

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 195 01 570 A 1

21 Aktenzeichen: 195 01 570.3
22 Anmeldetag: 19. 1. 95
43 Offenlegungstag: 5. 9. 96

51 Int. Cl.⁶:
B 60 L 13/04
H 02 N 15/00
B 65 G 54/02
B 64 G 7/00
G 09 B 9/00
E 01 B 25/08

DE 195 01 570 A 1

71 Anmelder:
Wimmer, Ulrich, Dipl.-Ing. (FH), 84518 Garching, DE

74 Vertreter:
Will & Petra, Rechts- und Patentanwälte, 85598
Baldham

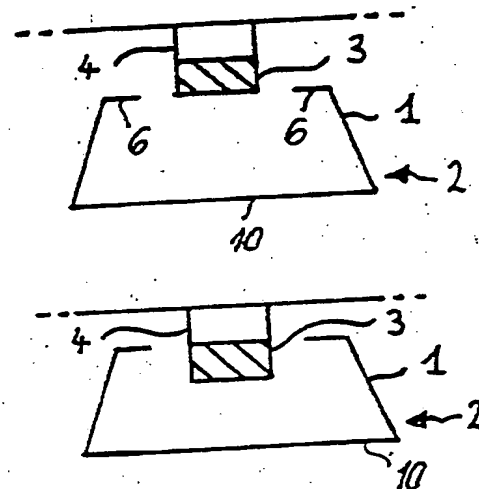
72 Erfinder:
gleich Anmelder

56 Entgegenhaltungen:
DE 36 35 258 C1
DE 44 18 458 A1
LUTTMANN, Hans W.: Bremer Fallturm trickst die
Schwerkraft aus, in VDI-Nachrichten 1990, Nr. 25,
S. 35;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Magnetkraftsystem

57 Es wird ein Magnetkraftsystem (2) zum optimalen Lasttransport und seine Verwendung für eine Einrichtung zur Simulation künstlicher Schwerkraftbedingungen sowie ein Transportsystem beschrieben, bei dem ein an einem Schlitten (4) befestigter Magnet (3) hauptsächlich innerhalb einer Führungsschiene (1) aus ferromagnetischem Material mit C-förmigem Profil angeordnet ist. Die verwendete Profilform ermöglicht nicht nur eine stehende oder hängende Lastanordnung, sondern insbesondere auch beliebige und geschlossene Kurvenzüge der Führungsschiene und somit der Bewegungsbahn in einer vertikalen Ebene. Dies gestattet den Einsatz für einen Schwerkraftsimulator mit U-förmiger und für ein Förderband mit geschlossener Bewegungsbahn.



DE 195 01 570 A 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Magnetkraftsystem nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und dessen Verwendung für einen Schwerkraftsimulator nach Anspruch 8 und für ein Transportsystem nach Anspruch 11.

Aus der DE-OS 21 46 143 und der US-PS 3 780 668 ist ein Magnetkraftsystem bekannt, bei dem sich ein Elektromagnet innerhalb einer Führungsschiene mit nach unten offenem U-förmigen Profil befindet, wobei die Seitenschenkel der Führungsschiene in Richtung der Seitenschenkel des Magnetkerns geneigt verlaufen.

Dieses System hat einen nicht unerheblichen Platz- und Energiebedarf sowie einen komplexen Aufbau. Darüber hinaus hängt die Verfügbarkeit und Betriebssicherheit des Systems auch von der Zuverlässigkeit der Stromversorgung ab. Ein weiterer Nachteil dieses Systems ist seine ausschließliche Verwendbarkeit für eine hängende Lastanordnung.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Magnetkraftsystem anzugeben, das einen einfachen und sicheren Aufbau aufweist, universell einsetzbar ist und einen optimalen Lasttransport gewährleistet, sowie unterschiedliche Anwendungen desselben.

Diese Aufgabe wird durch ein Magnetkraftsystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Demgemäß ist bei dem erfindungsgemäßen Magnetkraftsystem wesentlich, daß sich ein Magnet im Inneren einer Führungsschiene befindet, die aus einem ferromagnetischem Material mit einem U-förmigen Profil besteht. Vorzugsweise an den Enden der Schenkel ist je ein im wesentlichen horizontal in Richtung des Magneten verlaufender Tragarm ausgeformt oder angeordnet. Diese Tragarme führen zu einem horizontalen, zur Bewegungsrichtung hauptsächlich orthogonalen Verlauf der magnetischen Feldlinien zwischen Magnet und Führungsschiene. Die Höhenposition des Magneten regelt sich innerhalb des Arbeitsbereichs selbsttätig in Abhängigkeit der angreifenden Kraft auf einen stabilen Wert ein.

In Weiterführung des Erfindungsgedankens ist die obige Führungsschiene nach unten oder nach oben geöffnet und der Magnet nimmt eine hängende bzw. liegende Position innerhalb des Profils der Führungsschiene ein. Durch die Anordnung der Führungsschiene in einer gekrümmten, im wesentlichen in einer vertikalen Ebene liegenden Bahn wird eine universelle Anwendbarkeit des Magnetkraftsystems erreicht, da diese Bahn auch eine beliebige Raumkurve sein kann.

Vorteilhaft kann es sein, den Abstand des Magneten insbesondere zu den Tragarmen der Führungsschiene durch Rollen, Kugeln oder Gleitlager konstant zu halten. Durch Überziehen der Führungsschiene und/oder des Magneten wird ein Festbacken des Magneten verhindert, gleichzeitig positioniert sich der Magnet selbst. Neben Messing bieten sich für einen nicht ferromagnetischen Überzug auch moderne reibungsarme Kunststoffe wie zum Beispiel Polytetrafluorethylen (PTFE) an.

Ebenso ist es vorteilhaft, die Tragarme der Führungsschiene an ihren Enden mit nach unten und/oder oben gerichteten Kanten bzw. vertikalen Bändern oder Ausformungen zu versehen. Gegebenenfalls können auch entsprechende Profile an den Tragarmen angeordnet werden.

Die optimale Magnetfeldführung des erfindungsgemäßen Magnetkraftsystems und magnetische Hochleistungswerkstoffe legen die vorteilhafte Verwendung

von Permanentmagneten nahe.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß aufwendige mechanische Konstruktionen entfallen, um einen stehenden Betrieb aus einer hängenden Lagerung zu erreichen. Durch die Möglichkeit eines stehenden und hängenden Betriebs mit einem Magnetkraftsystem vergrößert sich dessen Anwendungsbereich, die Produktions- und Lagerhaltungskosten sinken.

Der einfache Aufbau, der sowohl Kurven als auch eine Verlegung der Führungsschienen auf Gleisbetten gestattet, erlaubt eine vorteilhafte Kombination mit bestehenden Rad-Schiene-Systemen.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine vorteilhafte Verwendung des erfindungsgemäßen Magnetkraftsystems anzugeben.

Demgemäß wird das Magnetkraftsystem bei einem Schwerkraftsimulator eingesetzt, bei dem sich ein Schlitten auf einer U-förmigen, im wesentlichen in einer vertikalen Ebene liegenden Bahn bewegt.

Durch eine sensorisch überwachte Abstandsregelung kann — neben einer mechanischen Führung durch Rollen oder Schienen — z. B. mittels eines Elektromagneten eine berührungslose Gleitbewegung erzeugt werden.

Speziell bei einer U-förmigen Bewegungsbahn wird vorgeschlagen, das Magnetlager im bogenförmigen Teil zur Kompensation der Fliehkräfte zu verwenden, indem bei einer festen Führung des Schlittens der Abstand zur Bahn so gewählt wird, daß der Magnet innerhalb des C-Profils angeordnet ist und so mit der gewünschten Kraft nach außen gezogen wird und der Zentrifugalkraft entgegenwirkt.

Bei der U-förmigen Bewegung muß der Schlitten in den Wurf-/Fallstrecken an die Führung gepreßt werden. Ein weiterer Vorteil dieses Magnetkraftsystems ist, daß mit ihm im Bereich der Schenkel der U-förmigen Bahn durch eine Vergrößerung des Abstands zwischen Führungsschiene und dem auf einer festen Bahn geführten Schlitten eine Anpresskraft erzeugt werden kann, da sich der Magnet nun außerhalb des C-Profils befindet und nach innen gezogen wird.

Die Abstandsänderung zwischen Magnetlager und Schlitten kann dabei sprunghaft oder stetig, wie in Fig. 4 dargestellt, erfolgen.

Die Erfindung ermöglicht neben einer beträchtlichen Energieeinsparung bedingt durch die Verringerung der hohen Normalkräfte im Bogen einen Verzicht auf eine zusätzliche mechanische Führung zur Erzeugung einer Normalkraft bei den Wurf-/Fallstrecken.

Weiterhin wird vorgeschlagen, mit dem Magnetkraftsystem ein Transportsystem zu bilden, indem eine Führungsschiene einen geschlossenen, im wesentlichen in einer vertikalen Ebene liegenden Kurvenzug ausbildet, und ein oder mehrere Tragelemente, die z. B. mit einem Seil oder einer Kette beweglich miteinander verbunden sind, außer- oder innerhalb dieser Kurve umlaufen. Die Profilloffnung kann sowohl nach außen als auch nach innen gerichtet sein.

Vorteilhaft ist es, mehrere Führungsschienen parallel zueinander anzuordnen, ebenso, daß die mindestens eine Führungsschiene nur eine offene, hauptsächlich horizontale Kurve beschreibt.

Vorteilhaft kann es auch sein, mittels mechanischer Tragarmkonstruktionen die Art der Aufhängung zu ändern, d. h. aus einer stehenden eine hängende Lagerung zu machen, so daß bei einer innenliegenden Profilloffnung das Tragelement im wesentlichen außerhalb der

Führungsschiene umläuft und umgekehrt.

Eine vorteilhafte Materialersparnis ergibt sich durch ein Doppel-C-Profil aus zwei C-Profilen mit gemeinsamer Basis. Die Umlenkung der Tragelemente kann in einem größeren Bogen oder durch Antriebsräder erfolgen.

Ebenso ist es vorteilhaft, die Tragelemente insbesondere bei Systemen mit mehreren Führungsschienen wannenförmig und/oder überlappend auszubilden. Auf letztere Weise können die Tragelemente auch auf Zug in Transportrichtung belastet werden.

Vorteilhaft ist ferner, die Tragelemente mit einem elastischen Material miteinander zu verbinden und so Förderbänder bekannter Art auszubilden.

Von Vorteil ist es auch, zum Schutz vor Verschmutzung und Verletzungen mit Schutzkappen auszustatten, die außerhalb der Führungsschiene umlaufen.

Der Einsatz des erfindungsgemäßen Magnetlagers für ein Transportsystem obiger Art bietet den Vorteil einer geräusch- und verschleißarmen Lagerung, die sie für einen Einsatz bei schwierigen Betriebsbedingungen wie Staub, Nässe oder plötzlicher Belastung sowie im Freien prädestiniert.

Nachfolgend werden das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Einrichtung unter bezug auf die Zeichnung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 und 2 ein erfindungsgemäßes Magnetkraftsystem in erster Ausführungsform im Querschnitt,

Fig. 3 eine weitere Ausführungsform des Magnetkraftsystems,

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Schwerkraftsimulators mit einem erfindungsgemäßen Magnetkraftsystem,

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer Transporteinrichtung mit einem erfindungsgemäßen Magnetkraftsystem.

Fig. 1 und 2 zeigen ein erfindungsgemäßes Magnetkraftsystem 2 mit einem an einem Schlitten 4 angebrachten Magnet 3, dessen Lage im Inneren des C-förmigen Profils der weichmagnetischen Führungsschiene 1 sich in Abhängigkeit der angreifenden Kräfte einregelt. Der Vektor der Bewegungsrichtung des Schlittens 4 steht senkrecht zur Zeichenebene. Die Schenkel des C-Profils können senkrecht zur Basis stehen oder wie hier gezeichnet zueinander geneigt sein. Das C-Profil wird durch ein auf dem Rücken 10 liegenden U-Profil gebildet, an dessen Schenkelenden sich Tragarme 6 befinden. In Fig. 1 wird der Magnet 3 zur Basis der Führungsschiene 1 gezogen, in Fig. 2 wirken die magnetischen Kräfte entgegengesetzt.

Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform des Magnetkraftsystems 2 mit den durch das C-Profil ausgeformten Tragarme 6, an deren Enden vertikale Bänder 5 angebracht sind, die auch aus einer einfachen Verdickung bestehen können. Durch diese Bänder kann das Spiel des Magnetkraftsystems, d. h. die von magnetischen Rückstellkräften freie Strecke in vertikaler Richtung, in gewünschter Weise vorgegeben werden.

Der in Fig. 4 dargestellte Schwerkraftsimulator 9 weist eine gestrichelte U-förmige, in einer vertikalen Ebene liegende Bewegungsbahn 7 auf. Die ebenfalls U-förmig gebogene Führungsschiene 8 weist dabei im Bereich der beiden Schenkel einen größeren Abstand von der Bewegungsbahn 7 auf als im unteren bogenförmigen Bahnteil. Dadurch wirkt im Bogen die Magnetkraft der Gewichts- und Zentrifugalkraft entgegen, während im Schenkelbereich eine Anpreßkraft erzeugt wird. Die Führung des Schlittens kann durch ein Rad-

Schiene-System erfolgen.

Fig. 1 entspricht einem Schnitt längs der Linie I-I, wenn sich der Schlitten 4 im Schenkelbereich der U-förmigen Bewegungsbahn 7 befindet. Der an dem Schlitten 4 befestigte Magnet 3 befindet sich außerhalb der C-förmigen Führungsschiene 1 und wird in diese hineingezogen.

Fig. 2 stellt die Situation im Bahnbogen gemäß einem Schnitt längs der Linie II-II dar. Der Magnet 3 befindet sich nun innerhalb der C-förmigen Führungsschiene 1 und wird gegen die Enden des C-Profils gezogen. Dadurch übt der Magnet 3 eine von der Basis der Führungsschiene 1 weggerichtete Kraft auf den Schlitten 4 aus und kompensiert so die auf den Schlitten wirkenden Kräfte.

Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung eines Transportsystems 11 mit zwei identisch gebogenen, zueinander parallel angeordneten Führungsschienen 1, die durch die Seitenwand 12 versteift werden. An dem Tragelement 13 sind die Magnete 14 so befestigt, daß sich eine stehende Lagerung ergibt. Die Schutzkappen 15 dienen der Arbeits- und Betriebssicherheit. Die nicht gezeichnete Profilöffnung befindet sich an der Außenseite des Kurvenzugs.

Bezugszeichenliste

- 1 Führungsschiene
- 2 Magnetkraftsystem
- 3 Magnet
- 4 Schlitten
- 5 vertikales Band
- 6 Tragarm
- 7 Bewegungsbahn
- 8 Führungsschiene
- 9 Schwerkraftsimulator
- 10 Rücken
- 11 Transportsystem
- 12 Seitenwand
- 13 Tragelement
- 14 Magnet
- 15 Abdeckung

Patentansprüche

1. Magnetkraftsystem (2) für den reibungsarmen Transport von Lasten, mit
 - mindestens einer weichmagnetischen Führungsschiene (1),
 - mindestens einem im Inneren des Schienenprofils angeordneten Magnet (3) mit horizontaler und zur Bewegungsrichtung senkrecht stehender Polausrichtung, und
 - mechanischen Mitteln zur Positionierung des Magneten (3) in bezug auf seinen horizontalen Abstand zur Führungsschiene (1),

dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsschiene (1) ein C-förmiges Profil aufweist, das aus einem U-Profil gebildet ist, dessen Rücken (10) horizontal ausgerichtet ist und an dessen Schenkelenden sich gegenüberliegende, im wesentlichen horizontal ausgerichtete Tragarme (6) angeordnet sind.

2. Magnetkraftsystem (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsschiene (1) ein nach oben offenes C-Profil ist.

3. Magnetkraftsystem (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsschiene (1) ein nach unten offenes C-Profil ist.

4. Magnetkraftsystem (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsschiene (1) eine beliebige Kurve ausbildet.
5. Magnetkraftsystem (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die horizontale Positionierung der Bewegungsbahn einzeln oder in Kombination durch
- Kugellager,
 - Rollenlager und
 - Gleitlager mit mindestens einem magnetisch nichtleitenden Lagerelement erfolgt.
6. Magnetkraftsystem (2) nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die gegenüberliegenden Enden der Tragarme (6) in vertikaler Richtung nach unten und/oder oben weisende vertikale Bänder (5) oder Zusätze aus weichmagnetischem Material aufweisen.
7. Magnetkraftsystem (2) nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine verwendete Magnet (3) ein Permanentmagnet ist.
8. Schwerkraftsimulator (9) mit einem Magnetkraftsystem nach den Ansprüchen 1 bis 6, wobei der Simulator eine im wesentlichen in einer vertikalen Ebene liegende, aus drei Teilen bestehende U-förmige Gesamtbahn mit einem unteren Bogen und je einer geradlinigen, vertikalen Fall-/Wurfstrecke aufweist und die Bahn sich durch eine U-förmig gebogene Führungsschiene (1; 8) ergibt.
9. Schwerkraftsimulator (9) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine bei Simulatoren an sich bekannte mechanische Bahnführung vorgesehen ist, wobei zur Fliehkraftkompensation das Magnetkraftsystem (2) mit einer entsprechend gebogenen Führungsschiene (1; 8) zumindest in einem Teil des bogenförmigen Bahnstücks angeordnet ist.
10. Schwerkraftsimulator (9) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung einer Anpreßkraft in der mechanischen Bahnführung das Magnetkraftsystem (2) in den Fall-/Wurfstrecken angeordnet ist.
11. Transportsystem (11) mit einem Magnetkraftsystem (2) nach den Ansprüchen 1 bis 6, wobei mindestens eine Führungsschiene (1) einen geschlossenen, im wesentlichen in einer vertikalen Ebene liegenden Kurvenzug ausbildet, die Profilöffnung der Führungsschiene (1) nach außen oder innen weist und ein oder mehrere beweglich miteinander und mit dem bzw. den Magneten (14) verbundene Tragelemente (13) außer- oder innerhalb dieser Kurve umlaufen.
12. Transportsystem (11) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß nur ein Teil des Kurvenzuges von einer Führungsschiene (1) gebildet wird.
13. Transportsystem (11) nach einem der Ansprüche 11 und 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsschiene (1) ein Doppel-C- bzw. X-Profil ist.
14. Transportsystem (11) nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Tragelemente (13) in Transportrichtung durch mechanische Mittel, vorzugsweise eine Kette oder ein Zugseil, auf Abstand miteinander verbunden sind.
15. Transportsystem (11) nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Tragelemente (13) wannenförmig ausgebildet sind.
16. Transportsystem (11) nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die

- Tragelemente (13) sich einander überlappen.
17. Transportsystem (11) nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß durch Verbindung mehrerer, in Transportrichtung hintereinander vorgesehener Tragelemente (13) mit einem elastischen Material ein vorzugsweise durchgehendes Transportband ausgebildet wird.
18. Transportsystem (11) nach einem der Ansprüche 11 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Tragelemente (13) außerhalb der Führungsschiene (1) befindliche, das C-Profil in Richtung auf die geschlossene Seite umgreifende Schutzkappen bzw. Abdeckungen (15) aufweisen.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG.1

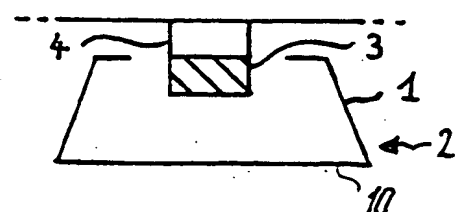
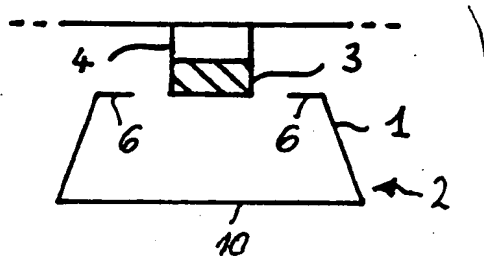


FIG.2

FIG.3

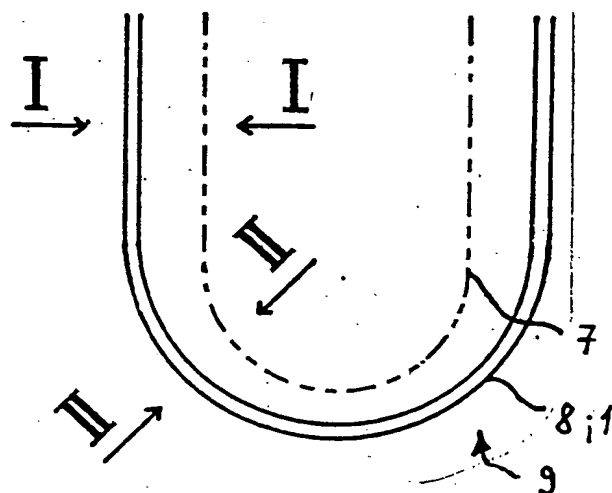
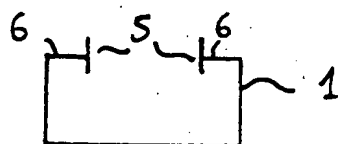


FIG.4

FIG.5

